

차음성능시험에서 시편설치위치에 대한 실험적 고찰 Investigation for effect of the specimen location on sound transmission loss measurement

김상렬*·강현주*·김재승*·김현실*·김봉기*

Sang Ryul Kim, Hyun Ju Kang, Jae Seung Kim, Hyun Sil Kim, and Bong Ki Kim

ABSTRACT

When measuring sound transmission loss (STL) in a laboratory, the specimen location in test aperture affects considerably the measuring accuracy through the influence of so-called "tunneling effect". In this paper, for a single panel and a double panel with air cavity, experimental STL evaluations on various specimen locations on test aperture were carried out to explain the phenomenon. It is shown that the difference of STL is more than 2dB especially at the low frequency region and the case of the center-located panel yielded the lower STL than that of flushing with the end of tunnel, which confirms that the tunneling effect plays an important role in STL measurement.

1. 서론

일반적으로 차음패널의 차음성능시험은 시편설치구(test aperture)에 의해 연결되어 있는 두개의 잔향실을 이용하여 수행된다. 계측된 차음성능값은 해당 시편의 절대적 특성으로 판단되며 실제 제품 적용시에 해당 수치가 사용되고 있다.

그러나 실제 시험소간의 round robin test 를 수행한 선행 연구들로부터 동일한 시편과 동일한 방법으로 차음성능시험을 수행하더라도 시험소에 따라 서로 다른 차음성능, 즉 Sound Transmission Loss(STL)값이 나타나는 것으로 알려져 있다.[1-3]

차음성능시험 재현성(reproducibility)의 일반적인 경향은 저주파수에서는 STL의 변화가 크고 고주파수에서는 그 변화가 작다. 그 변화량의 크기는 ISO 140-2[4]에 따르면 저주파수의 경우 9dB, 고주파수는 3dB 까지 나타난다.

재현성에 대한 이러한 큰 변화값은 차음성능시험에 대한 신뢰도를 하락시킬 수 있기 때문에 차음성능시험에 있어서 일관되고 정밀한 차음성능값을 얻기 위하여 차음성능시험에 영향을 주는 여러 인자에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 논문에서는 차음성능시험에 영향을 미치는

여러 인자들 중에 시편설치구에서의 시편위치에 따른 차음성능의 변화를 관찰하고자 한다.

2. 시편의 설치위치에 따른 차음성능

2.1 잔향실의 시편설치구 및 시편

차음성능시험은 그림 1 과 같이 인접한 두개의 잔향실 사이에 존재하는 시편설치구에 설치된 시편의 위치를 변화시켜가며 수행되었다. 실험에 사용된 잔향실의 시편설치구 크기는 그림 1 의 (b)와 같다.

실험은 단일 steel plate 와 이중 steel plate 에 대하여 수행하였으며 시편의 위치를 크게 3 가지, '수음실쪽에 flushing', '가운데', '음원실쪽에 flushing' 으로 나누어 동일한 계측방법에 따라 차음성능을 측정하였다.

2.2 단일판넬

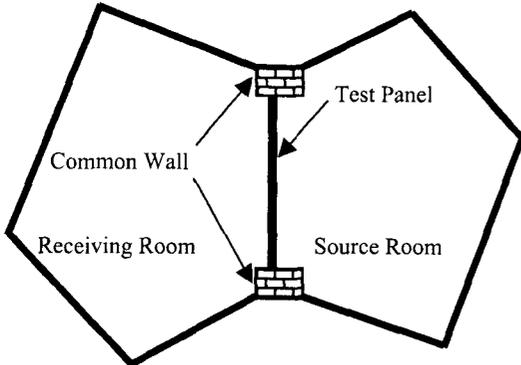
단일판넬에 대한 실험은 4t, 1t, 0.6t 두께를 가진 steel plate 에 대하여 수행되었다. 그림 2 는 4t steel 판넬의 시편 위치에 따른 STL 을 보여주고 있다. 그림에서 시편위치에 따른 STL 의 차이는 주파수에 따라 다르게 나타나는데 일치주파수(coincidence frequency)부근의 고주파수영역

* 한국기계연구원

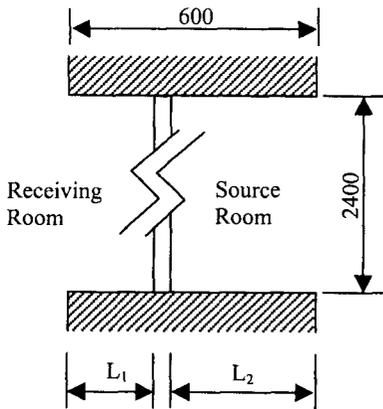
E-mail : srkim@kimm.re.kr

Tel : (042) 868-7466, Fax : (042) 868-7440

보다는 저주파수영역에서 더 큰 차이를 보이고 있다. 특히 저주파수대역에서의 STL 은 최대 6dB 이상의 변화를 보인다. 또한 시편을 시편설치부의 가운데($L_2=300\text{mm}$)에 설치하였을 때는 대부분의 주파수영역에서 음원실쪽이나 수음실쪽으로 설치하였을 경우($L_2=60\text{mm}$, $L_1=70\text{mm}$,)보다 낮은 STL 을 보이고 있다.



(a) 잔향실의 수평단면



(b) 시편개구부의 수직단면 (unit : mm)

그림 1. 잔향실 시편설치부의 형상

그림 3 의 1t plate 의 실험결과에서도 동일한 현상을 관찰할 수 있는데 1t steel plate 의 경우는 일치주파수가 4kHz 이상의 영역에 존재하므로 주파수에 따른 STL 의 변화추이는 4t plate 의 경

우와 달리 두드러지지 않으나 시편을 시편설치부의 가운데에 설치한 경우($L_1=300\text{mm}$)는 양 끝으로 설치하였을 경우($L_1=0\text{mm}$, $L_2=0\text{mm}$)보다 낮은 STL 을 보임을 관찰할 수 있다. 또한 양끝단에 설치한 경우 즉 수음실쪽에 flushing 한 경우와 음원실쪽에 flushing 한 경우는 비슷한 STL 값을 보이고 있다.

그림 4 는 ASTM E1289-97[5]에서 규정한 표준시편에 따라 제작 및 설치된 0.6t steel plate 에 대하여 실험한 결과이다. 그림에서 음원실쪽으로 설치한 경우($L_2=90\text{mm}$)가 가운데 설치된 경우($L_1=300\text{mm}$)보다 높은 STL 을 보이고 있다.

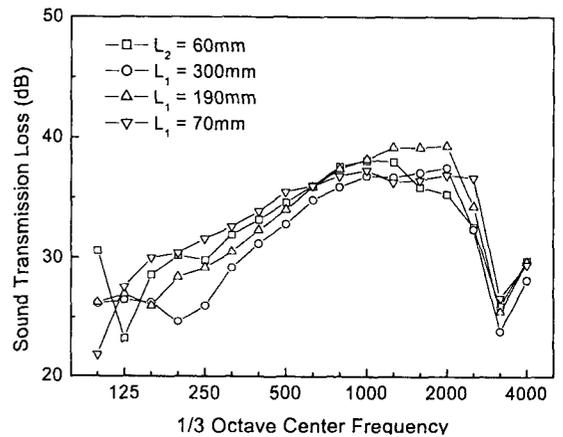


그림 2. 시편위치에 따른 STL 비교 (4t steel plate)

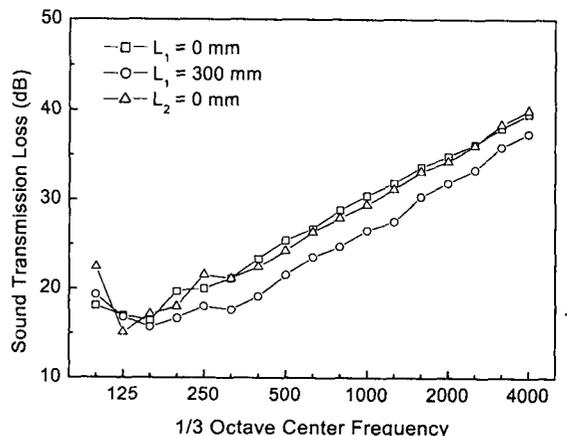


그림 3. 시편위치에 따른 STL 비교 (1t steel

plate)

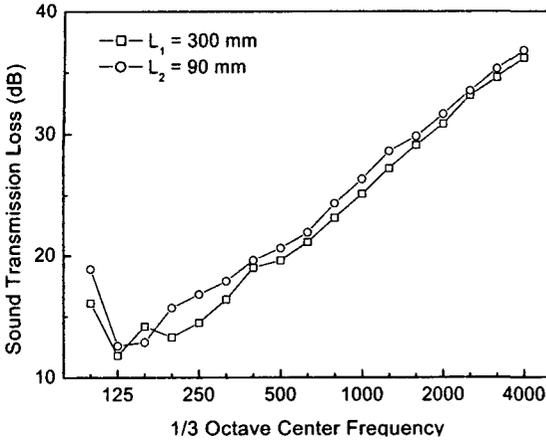


그림 4. 시편위치에 따른 STL 비교(0.6t steel plate)

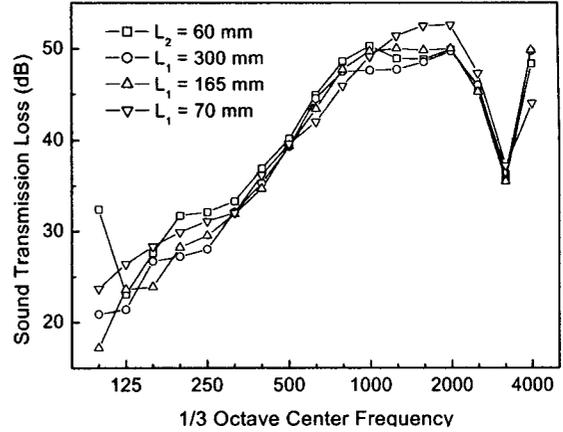


그림 5. 시편위치에 따른 STL 비교(4t plate 이중판넬)

2.3 이중판넬

실험에 사용된 이중판넬은 2 개의 4t steel plate 가 10t 공간(공기층)을 두고 설치되는 구조로 된 4t plate 이중판넬과 25t 공기층을 두고 있는 0.6t steel plate 이중판넬에 대하여 수행하였다. 여기서 0.6t plate 이중판넬은 0.6t 단일판넬과 같이 ASTM 에서 규정한 표준시편을 설치방법을 이용하여 복층으로 설치하였다.

그림 5는 4t plate 이중판넬에 대한 실험결과이다. 이중판넬의 경우는 단일판넬의 경우에서처럼 시편의 위치에 따른 변화량이 상대적으로 복잡하여 전 주파수영역에서 그 변화추이를 관찰하기는 힘들지만 저주파수 영역에서는 가운데 시편을 설치한 경우는 양끝으로 설치한 경우보다 낮은 STL 값을 보이고 있다.

그림 6은 0.6t plate 이중판넬에 대한 실험결과이다. 0.6t plate의 경우는 4t plate의 경우보다 보다 확연하게 중간에 설치된 경우가 끝단쪽으로 설치된 경우보다 낮은 STL 이 예측됨을 알 수 있다.

이중판넬에 대한 실험에서도 단일판넬과 같이 시편설치부의 중앙에 시편이 설치된 경우는 양끝단으로 설치된 경우에 비하여 낮은 STL 값이 예측되었다.

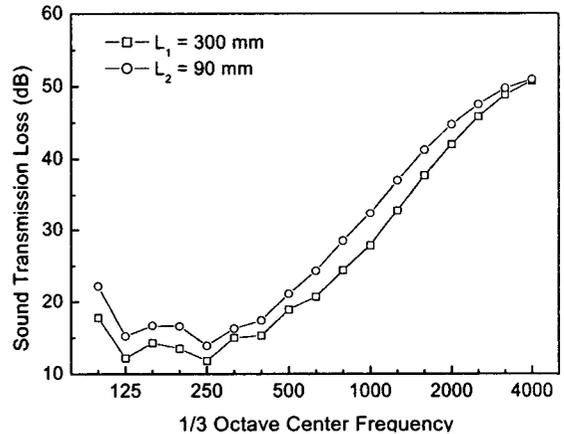


그림 6. 시편위치에 따른 STL 비교(0.6t plate 이중판넬)

3. 결론

간향실 시편설치부의 시편설치위치에 따른 STL의 변화를 살펴보기 위하여 두께가 다른 steel plate에 대하여 단일판넬과 이중판넬에 대한 실험을 수행하였다.

두께가 다른 단일판넬뿐만 아니라 이중판넬에서도 시편설치위치에 따라 STL 값이 서로 다르게 예측되었는데 고주파수보다는 저주파수영역에서

그 변화폭이 크게 나타났다. 또한 시편이 시편설치부의 중앙에 설치될 경우는 양 끝단으로 설치되었을 경우에 비하여 낮은 STL 이 계측되었다.

이상의 결과로부터 시편의 설치위치는 차음성능계측에 중요한 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 차음성능시험에서 일관성있는 계측값을 얻기 위해서는 시편의 설치위치에 대한 보다 세밀한 규정이 해당 시험규격에 제시되어야 할 것이다.

후 기

본 논문은 과학기술부가 지원하는 특정연구개발사업 중 중점국가연구개발사업(기계설비요소기술개발)으로 지원되어 수행하였습니다.

참고문헌

- [1] T. Kihlman and A. C. Nilsson, " The effects of some laboratory designs and mounting conditions on reduction index measurements," J. Sound Vib. 24, 349-364 (1972).
- [2] R. E. Jones, " Inter-comparisons of laboratory determinations of airborne sound transmission loss," J. Acoust. Soc. Am. 66, 148-164 (1979).
- [3] J. Lang, " A round robin on sound insulation in buildings," Appl. Acoust. 52, 225-238 (1997).
- [4] ISO 140-2:1991 " Acoustics-Measurement of sound insulation in buildings and building elements-Part 2: Determination, verification and application of precision data," .
- [5] ASTM E 1289:1997 " Standard Specification for Reference Specimen for Sound Transmission Loss" .